

BEST AVAILABLE COPY

⑯ 日本国特許庁(JP)

⑰ 特許出願公開

⑱ 公開特許公報(A)

昭63-298115

⑤ Int.Cl.⁴
G 01 C 3/06

識別記号 庁内整理番号
Z-8505-2F

④ 公開 昭和63年(1988)12月5日

審査請求 未請求 請求項の数 9 (全20頁)

⑥ 発明の名称 離れている表面までの距離を示す出力を発生する装置

② 特 願 昭63-51426

② 出 願 昭63(1988)3月4日

優先権主張 ⑬ 1987年3月5日 ⑬ 米国(US) ⑬ 021,934

⑦ 発 明 者 ノーマン・エル・スタ アメリカ合衆国80112コロラド州・イングルウッド・サウス
ウファ アルスターストリート・7177

⑧ 出 願 人 ハネウエル・インコー アメリカ合衆国55408ミネソタ州・ミネアポリス・ハネウ
ボレーテッド エル・プラザ(番地なし)

⑨ 復 代 理 人 弁理士 山川 政樹 外3名

明細書の浄書(内容に変更なし)

明 細 書

1. 発明の名称

離れている表面までの距離を示す出力を発生する装置

2. 特許請求の範囲

(1) 第1の位相を有する第1の光エネルギービームを離れている表面へ投射するように構成された第1のビーム発生手段と、

この第1のビーム発生手段から前記表面までの距離より所定の距離だけ前記表面から遠くに離れている場所に位置され、第2の位相を有する第2の光エネルギービームを前記表面へ投射するように構成された第2のビーム発生手段と、

前記表面から反射されたエネルギーを受けるために位置せられ、第1のビームと第2のビームの反射のベクトル和を表す結果信号を発生するエネルギー応答手段と、

結果信号を受けてそれから、その結果信号の位相を示す出力信号を、離れている前記表面までの距離を示すものとして発生する位相検出手段と、

第1のビーム発生手段と第2のビーム発生手段を共通の周波数で駆動するために接続され、かつ基準信号を位相検出手段へ供給するために位相検出手段へ接続される発振器手段と、

この発振器手段と、第1のビーム発生手段と第2のビーム発生手段の一方との間に接続され、その一方のビーム発生手段を駆動する信号の位相を推移させる移相手段と、

を備えることを特徴とする離れている表面までの距離を示す出力を発生する装置。

(2) 第1の位相を有するエネルギーを離れている表面の少くとも第1の部分へ投射する第1のエネルギー発生手段と、

この第1のエネルギー発生手段と表面の距離より所定の距離だけ表面から遠くに離れている場所に位置され、第2の位相のエネルギーを表面の少くとも第1の部分へ投射する第2のエネルギー発生手段と、

表面の前記第1の部分の少くとも一部から反射されたエネルギーを受けるために位置せられ、

それにより受けた第1の位相のエネルギーと第2の位相との強さを表す信号を発生するエネルギー応答手段と、

前記信号を受けてそれから、第1の位相のエネルギーと第2の位相のエネルギーとの比とともに変化する出力を、離れている表面の近接を示すものとして発生するエネルギー応答手段と、
を備えることを特徴とする離れている表面に用いる近接検出装置。

(3) 放射を離れている物体の少なくとも一部へ送る第1の部分と、その部分から反射された放射を受け、受けた放射とともに変化する出力を発生する第2の部分とを有する放射手段と、

前記出力を受けるために接続され、第1の成分と第2の成分の比とともに変化する結果信号を、離れている物体までの距離を示すものとして発生する処理手段と、

を備え、第1の部分と第2の部分の一方が第1の副部分と第2の副部分を有し、第1の副部分は第2の副部分と物体の距離よりも所定の距離だけ物

体に近く配置され、第1の副部分と第2の副部分は出力に第1の成分と第2の成分を含ませ、第1の成分は物体までの距離とともに変化し、第2の成分は物体までの距離と所定の距離の和とともに変化することを特徴とする離れている物体までの距離に回答する装置。

(4) 離れている表面の一部に第1の周波数の放射を照射する放射送信手段と、

離れている表面から第1の距離の所に設けられ、第1の周波数と、第1の距離とともに変化する大きさとを有する第1の出力を発生する第1の検出器手段と、

第1の距離とは所定の距離だけずれて離れている、表面から第2の距離の所に設けられ、第1の周波数と、第2の距離とともに変化する大きさとを有する第2の出力を発生する第2の検出器手段と、

第1の検出器手段へ接続され、第1の出力の位相を所定の量だけ移相させる移相手段と、

移相された第1の出力と第2の出力を受けるた

- 3 -

めに接続され、第1の出力と第2の出力の比とともに変化する結果出力を、離れている表面までの距離を示すものとして発生する信号処理手段と、
を備えることを特徴とする離れている表面までの距離を決定する装置。

(5) 第1の位相を有する第1の光エネルギービームを離れている表面の第1の領域へ投射するように構成された第1のビーム発生手段と、

この第1のビーム発生手段と表面の距離より所定の距離だけ表面から遠くに離れている場所に位置され、第2の位相を有する第2の光エネルギービームをその表面の第1の領域へ投射するように構成された第2のビーム発生手段と、

表面の第1の領域だけから反射されたエネルギーを受けるために位置させられ、第1のビームと第1のビームの反射のベクトル和を表す結果信号を発生するエネルギー応答手段と、

結果信号を受けるために接続され、その結果信号の位相を示す出力信号を、離れている表面までの距離を示すものとしてその結果信号から発生す

- 4 -

る位相検出手段と、

を備えることを特徴とする離れている表面までの距離を示す出力を発生する装置。

(6) 表面までの距離が互いに所定距離だけ異なる場所にそれぞれ位置させられた第1の光エネルギー発生源および第2の光エネルギー発生源と、

第1の周波数および第1の位相のエネルギーが表面の第1の部分を照明するように第1の光エネルギー発生源を駆動し、第1の周波数および第2の位相のエネルギーが表面の第1の部分を照明するように第2の光エネルギー発生源を駆動する駆動器手段と、

表面の第2の部分だけから反射されたエネルギーを受けるために位置させられ、第1の位相の反射されたエネルギーと第2の位相の反射されたエネルギーのベクトル結果を表す結果信号を発生するエネルギー応答手段と、

結果信号を受けるために接続され、ベクトル結果の位相とともに、したがって表面までの距離とともに変化する出力をそれから発生する位相弁別

手段と、

発振器手段と、第1の光エネルギー発生源と第2の光エネルギー発生源の一方との間に接続されて、それに与えられた駆動信号を移相させる移相手段と、

を備え、ベクトル結果の位相は表面までのほぼ全距離にわたる距離の変化を示すことを特徴とするある距離にわたって表面までの距離に応答する装置。

(7) エネルギーを離れている表面へ放射する放射手段と、表面から反射されたエネルギーを受ける第1のエネルギー検出手段と、表面から反射されたエネルギーを受ける第2のエネルギー検出手段と、第1のエネルギー検出手段と第2のエネルギー検出手段は、表面のうち、エネルギー放射手段がエネルギーを放射する部分からのエネルギーをおのおの受け、第1の検出手段の出力と第2の検出手段の出力の比較が離れている表面までの距離を示すように、離れている表面から第2の検出手段までの距離より離れている距離の所に第1の検

出手段の映像を形成するように第1の検出手段は、それに反射されたエネルギーの経路中に設けられた第1のレンズを含むことを特徴とする近接検出装置に使用する光学装置。

(8) エネルギーを離れている表面の第1の部分へ放射するエネルギー放射手段と、

第1の部分から反射されたエネルギーを受ける第1のエネルギー検出手段と、

第1の部分から反射されたエネルギーを受ける第1のエネルギー検出手段と、

第1の検出手段の出力と第2の検出手段の出力の比較が離れている表面までの距離を示すように、第2の検出手段と表面の距離を、第1の検出手段と表面の距離より光学的に大きくさせる第1の手段と、

を備えることを特徴とする近接検出装置に使用する装置。

(9) 第1の位相を有するエネルギーを離れている表面の第1の領域へ投射するように構成された第1のエネルギー発生手段と、

- 7 -

この第1のエネルギー発生手段と表面の距離より所定の光学的距離だけ大きく表面から離れている場所に位置され、第2の位相を有する第2のエネルギービームを表面の第1の領域へ投射する第2のエネルギー発生手段と、

表面の第1の領域のみから反射されたエネルギーを受けるために位置させられ、第1のビームと第2のビームの反射の比を表す結果信号を発生するエネルギー応答手段と、

このエネルギー応答手段に接続され、結果信号の位相とともに変化し、したがって離れている表面までの距離を示す出力信号を発生する位相検出手段と、

を備えることを特徴とする離れている表面にまでの距離を示す出力を発生する装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は離れている表面までの距離を示す出力を発生する装置に関するものである。

〔従来の技術〕

- 8 -

表面または物体自体に実際に接触することなしに、その表面または物体までの距離を決定できることがしばしば望ましい。たとえば、プロセス制御の分野においては、機械部品、材料、シート、またはまちまちの形をしている物体の置かれている場所を、巻尺、物さし、またはその他の通常接触する類似の装置を用いることなしに決定することが望ましいことがある。写真の分野においては、カメラから遠い距離にある被写体にカメラの焦点を自動的に合わせることもできることが望ましい。

そのような離れている被写体までの距離を決定するために多数の光学装置が従来開発されているが、それらの装置のほとんどは三角測量の原理を基にしているものであつて、被写体から反射された光が、互いに隔てられている検出器で受けられるように2つの異なる光路を進み、それらの光が生じた像を比較して離れている被写体までの距離を決定する。他の装置においては、エネルギービームが被写体へ送られ、戻ってきたエネルギーの反射角度、またはエネルギーが送られた時から、

- 9 -

- 101 -

- 10 -

受けられた時までに経過した時間を測定する。本願発明者により1984年11月28日に出願され、本願出願人へ譲渡された米国特許出願第675,665号には、エネルギービームが表面から反射され、その反射エネルギービームが、表面の位置に対応する(検出器の長さに沿った)位置において受けられるように、その反射エネルギービームが開口部を通らされるような表面位置センサが開示されている。従来技術における表面位置センサの他の例および類似の装置が米国特許第2,651,771号、第4,065,778号、第4,479,706号および第4,473,285号明細書に開示されている。

〔発明が解決しようとする課題〕

三角測量型装置の1つの大きな欠点は、機械的許容誤差が非常に小さくなければならず、そのために製作コストが高くなり、取扱いおよび使用に、希望されるものより一層の注意を払わなければならないことである。送信から受信までの時間を測定する装置はコストが非常にかかり、非常に複雑で、通常は非常に大型である。超音波型装置には、

-11-

がある表面の反射率に依存する結果信号のベクトルの大きさを測定する代りに、反射されたベクトルの和の位相角が距離に関連して、表面の反射率には依存しないことを本願発明者は見出した。したがって、その位相角を検出することにより、本発明は希望の距離を示す出力を発生できる。

〔実施例〕

以下、図面を参照して本発明を詳しく説明する。

第1図にそこまでの距離を測定すべき表面10が示されている。その表面10から反射されたエネルギーが種々の角度で到達するように、表面10は少なくとも部分的な拡散面として示されている。

第1のエネルギー投射装置12が表面10から未知の距離Rの位置に配置されている。

ここで説明している実施例においては、その第1のエネルギー投射装置12は赤外線を発生する発光ダイオード(LED)で構成され、赤外線エネルギーのビームを、線14と16で示されているような経路に沿って表面10へ投射する。ここで説明している実施例においては赤外線発生LEDで

工場の諸条件における妨害にさらされ、かつ非常に大型である。

〔課題を解決するための手段〕

本発明はそれらの課題を解決し、小型、簡単、正確および安価な位置検出装置を製作するものである。しかも、この位置検出装置は従来の三角測量技術または時間測定技術を用いない。本発明においては、距離を測定すべき離れている表面から異なる距離の所に2つのエネルギー源が位置させられる。それらのエネルギー源は赤外線源または可視光源で構成でき、それらのエネルギーは同じ周波数で変調されるが、一方のエネルギー源のエネルギーの位相が他方のエネルギー源のエネルギーの位相に対して推移させられる。2つのエネルギー源からのエネルギーが離れている表面の一部を照射し、そのエネルギーの一部が反射される。そのエネルギーを検出する検出器が表面からの両方のビームの反射を受け、実際にそれらの反射エネルギーのベクトル和である出力を発生するために位置させられる。既知でないか、変化すること

-12-

ある第2のエネルギー投射装置18が、表面10からLED12までの距離より所定距離だけ離れている場所に配置されている状態が示されている。その距離は図示のように実際のずれとすることもあれば、LEDの放射経路中に置かれた、適切な焦点距離のレンズにより制御される等価光学距離とすることができる。その等価光学距離を用いる場合には、「L」の値は0を含めた任意の値に制御できる。そのように等価光学距離を用いることは、装置に利用できるスペースが限られる場合には望ましいことである。

第1図において、線20, 22により示されている経路のような経路に沿ってLED18が第2の赤外線エネルギービームを送るように、LED18はLED12の上側後方に示されている。LED12, 18からのエネルギービームは表面10の点24と26の間の領域において重なり合っている状態が示されている。その領域は、もちろん、第1図の紙面に垂直に延びる。その領域からのエネルギーは表面10から反射され、反射されたエネルギー

一は破線28と30により示されているような経路に沿って進み、参照符号32により示されている開口部を通つてエネルギー応答検出器34に入射する。そのエネルギー応答検出器34は、ここで説明している実施例においては、赤外線エネルギーに応答するフォトダイオード、好ましくはシリコン・フォトダイオードである。

所定周波数の出力を線42に発生する発振器40が第1図に示されている。その出力は線46と48を介して駆動増幅器44へ与えられる。増幅器44の出力は線50を介してLED12へ与えられて、そのLED12を第1の周波数および第1の位相で駆動する。発振器40からの信号が所定量だけ移相されるように、線42における出力は線54を介して移相器52へも与えられる。その移相された信号は線55を介して第2の駆動増幅器56へ与えられ、その第2の駆動増幅器56は移相された信号を線58を介してLED18へ与えて、そのLED18を第1の周波数であるが第2の位相で駆動する。したがつて、LED12と18は発振器40

の周波数で駆動されるが、LED18により発生されたエネルギーの位相は、LED12により発生されたエネルギーの位相に対して推移されることがわかる。移相量は本発明にとつてはとくに重要ではなく(もつとも、移相量が大きい(すなわち、120~180度)と距離変化に対する感度が高くなる)、また発振器40の周波数または距離Lも重要ではない。本発明の装置の性能を高くするためには、それらの値は当業者により選択される。1つの実験においては、周波数は10KHz、Lを40mm、移相量は120と180度の間の大きい角度であるように選択した。

点24と26の間の領域から反射され、検出器34により検出された反射エネルギーは、LED12と18により発生された光束のベクトル和である。更に詳しくいえば、 I_1 をLED12の放射の強さとする、そのLED12からの光束密度 E_1 は次式で与えられる。

$$E_1 = \frac{I_1}{R^2} \quad (1)$$

-15-

同様に、 I_2 をLED18の放射の強さとする、そのLED18からの光束密度 E_2 は次式で与えられる。

$$E_2 = \frac{I_2}{(R+L)^2} \quad (2)$$

検出器34の面積がQで、開口32が検出器34の角度Wを張るようなものであるとすると、この検出器がLED12から受ける光束 F_1 は、

$$F_1 = E_1 \times \frac{KWQ}{\pi} \quad (3)$$

である。ここに、Kは表面10から反射された放射の部分である。(3)式に(1)式を代入すると、

$$F_1 = \frac{I_1}{R^2} \times \frac{KWQ}{\pi} \quad (4)$$

が得られる。

同様に、検出器34が受けるLED18からの光束 F_2 は次式で与えられる。

$$F_2 = E_2 \times \frac{KWQ}{\pi} \quad (5)$$

(5)式に(2)式を代入すると次式が得られる。

-16-

$$F_2 = \frac{I_2}{(R+L)^2} \times \frac{KWQ}{\pi} \quad (6)$$

式(4)と(6)から、検出器により受けられる光束は離れている表面までの距離Rに関係し、係数Kが一定であるとする、 F_1 、 F_2 の測定値からその未知距離Rが導出されることがわかる。しかし、その係数Kは表面10の状態に依存する数であるから一定ではない。したがつて、光束 F_1 、 F_2 の測定値は、係数Kを消去できる場合にのみ受けられることができる。たとえば、 F_1 と F_2 の比をとつたとすると、割算の打消し効果によりKとWQおよび π が無くなる。したがつて、 F_1 と F_2 の比をとることにより距離Rを示す出力を得ることができる。好適な実施例においては、検出器34が受けた信号の位相を測定することによりその比を含む表現を得る。

LEDは周波数は同じであるが、ここで説明している実施例においてはかなり大きい角度である量 ϕ だけ一方が他方に対して移相されている信号に

より変調されるから、検出器34が受ける全光束は、たとえば第2図に示すように F_1 と F_2 のベクトル和である。第2図において、LED12から検出器34が受けた光束は右側へ延びている矢印60(F_1)として示されている。LED18から検出器34が受けた光束は、矢印60に対して角度 θ (約170度)を成して左側へ延びる矢印62(F_2)として第2図に示されている。

それらのベクトルの和である結果ベクトルが第2図に矢印66で示されている。この結果ベクトル66は矢印60に対して角度68(ϕ)を成す。この結果ベクトル66は、表面10における点24と26の間の領域を見るように検出器34がセットされた時にその検出器34により発生される信号の大きさと位相を表すものである。後で説明するように、角度 ϕ の測定値は希望に応じて距離Rの指示を発生する。更に詳しくいえば、結果ベクトル66に対する位相角 ϕ の正接は次式で与えられることが第2図からわかる。

-19-

てきたが、表面10を初めにLED12で照射し、次にLED18で照射するように、それらのLEDをスイッチで切換えて動作させることができる。この場合には、検出器34の出力をサンプル・ホールド回路(図示せず)へ与えることができる。その回路は、次の信号を受けるまで1つの信号を保持し、それから2つの信号を前記したようにして比較する。結果ベクトルは検出器34の出力端子に1度には現われず、下流側の装置により取出され、その下流側装置が検出器から取出した一連の信号の比をとる。

第3図には、種々の移相量における表面10までの距離Rと比較された、第2図に示されている結果ベクトル66の種々の位相角を示すグラフが示されている。第3図において、 I_1/I_2 は0.3であり、Lは40mmである。実線70は移相量が170度の時のカーブを表す。破線72は移相量が160度の時のカーブを表し、点線74は移相量140度の時のカーブを表し、点線76は移相量120度の時のカーブを表す。測定値の上端部に

-21-

$$\frac{\sin \theta}{\frac{F_1}{F_2} + \cos \theta} \quad (7)$$

この式の分母には F_1/F_2 が含まれているから、望ましくない変数Kと定数W、Qおよび π はなくなる。式(4)、(5)を式(7)に代入することにより位相角 ϕ を次式で表すことができる。

$$\phi = \tan^{-1} \left[\frac{\sin \theta}{\frac{I_1}{I_2} \times \frac{(R+L)^2}{R^2} + \cos \theta} \right] \quad (8)$$

係数K、W、Qは全部消去されており、LEDの放射の強さの比と、既知移相量の正弦および余弦と、既知距離Lと、未知距離Rとのみに関係する位相角 ϕ が残されていることが(8)式からわかる。したがって、第3図からわかるように、位相角 ϕ は多少非直線的に未知距離Rとともに変化する。

もちろん、係数K、W、Qと π を無くすために光束 F_1 と F_2 の比をとる別の方法を当業者であれば考えつくであろう。たとえば、これまではLED12と18が同時に動作するものとして説明し

-20-

けるカーブが最大の変化を行うから、好適な実施例は大きい移相量を用いる。しかし、含まれる他の要因は距離Lと、LED12と18の放射の強さである。したがって、特定の用途に対する希望の出力に従って希望の値を選択することが最良である。

第3図は0~200mmの距離についての変化のみを示すが、もつと長い距離まで変化を延ばすことができ、検出器からかなりの距離の表面をかなり高い確度で測定できることを理解すべきである。更に、自動焦点カメラにこの装置を使用する場合は、実線70で示されているようなカーブが、レンズの動きを離れている被写体までの距離の関数として描いたカーブにかなり良く近似していることが見出されている。いいかえると、レンズはカメラ内で非直線カーブに沿って動く。数メートルをこえるような長い距離においては、カメラは無限遠に焦点を合わせるから、そのカーブは平らなカーブに近づく。この近似のために、移相量を適切に選択することにより、第1図に示されている距離測定回路とカメラレンズの間の直接駆動を行

-104-

-22-

うことができる。そうすると、第1図に示されている装置の出力が特徴づけなしにそれを近似するから、距離の変化に対してカメラレンズを動かす大きさを調節する特徴づけ手段を設ける必要がなくなる。

移相量が180度にされたとすると、第3図に示されているカーブは表面までの距離における垂直線に近づく。それは比 I_1/I_2 と L に依存する。この特徴は、表面が所定距離より近い、遠いかを迅速に示すのに用いられ、または自動車において、物体に所定の最短距離より接近した時に警告音を発生させるために使用される。そのような回路を後で第9図を参照して説明する。

再び第1図を参照して、第2図に示されている結果光束ベクトル66を示す検出器34の出力が線82, 84を介して増幅器80へ与えられる。その増幅器の出力は線88と、線88と、抵抗90と、線92とを介して増幅器80の負入力端子へ帰還される。線86は位相検出器94へも接続される。その位相検出器は、発振器40から線42,

46, 96を介して基準入力を受ける。前記(8)式の関数を表す出力を発生するために、第2図の位相角 ϕ を決定するように位相検出器94は動作する。その出力は線98に生じる。(8)式を解き、未知距離Rを表す出力をマイクロプロセッサ100に線102へ出させるために、位相検出器94のマイクロプロセッサ100へ線98に生じる出力が与えられる。もちろん、この装置がカメラのレンズを駆動する場合には、先に説明したように、たとえば第3図の非直線カーブ70に従う位相検出器からの出力がそのレンズの直接駆動に十分であることがあるから、マイクロプロセッサ100は必要でないこともある。しかし、多くの自動焦点回路は既にマイクロプロセッサを用いており、したがって位相検出器94からの出力を自動焦点信号を発生するためにそのマイクロプロセッサが容易に使用できる。同時に、移相量が180度であると、位相検出器94からの出力は急しゆんであり、マイクロプロセッサは不要である。工業プロセスにおける応用においては、表面10における希望の機能

-23-

を行わせるため、または組立ラインに対して適切な距離の範囲内にあることを確認するために、ロボットの腕その他の装置の位置を調節するために出力102を使用できる。

上記装置においては、機械的許容誤差を小さくする必要がなく、小型かつ安価に、簡単に組立てることができる。容易に入手できる安価な部品により離れている表面までの距離を非常に正確に測定できる。それらの望ましい効果は結果光束ベクトルの位相角を測定することにより得られる。 F_1 と F_2 の比をとる他の技術、または結果光束ベクトルを発生する別の方法を、たとえば第4図に示されている別の実施例のように当業者であれば実現できることを理解すべきである。

第4図に、そこまでの未知距離Rを測定すべき拡散表面10が示されている。第1図に示されているエネルギー源と同様に赤外線LEDで構成できる第1のエネルギー源112が、エネルギービームを経路114, 116のような経路に沿って表面110へ投射している様子が示されている。第2のエネ

-24-

ルギー源118がエネルギービームを経路120, 122のような経路に沿って表面110へ投射している様子が示されている。赤外線LEDで構成できる第3のエネルギー源124がエネルギービームを経路126, 128のような経路に沿って表面110へ投射している様子が示されている。第3図に示すように、LED112と118は表面10から未知距離Rの所に配置される。第3のLED124は他の2個のLEDより既知距離Lだけ表面101から離れている所に配置される。もちろん、前記したように、その距離Lは実際の物理的距離である必要はなく、エネルギー経路中に設けられたレンズにより形成される光学的距離とすることができる。第1図に示されているように、表面110上の点130と132の間の領域で重なり合うようにして、3個のLEDがエネルギーを表面110へ投射する。

表面110から反射されたエネルギーは、破線134, 136のような経路に沿って進み、筒状部材138として示されている開口部を通つて、LEDにより放射された放射を検出する検出器140に入射

する。第1図に示されているように、検出器140は赤外線エネルギーを検出するシリコン・フォトダイオードのようなフォトダイオードで構成できる。第1図に示されているように、開口部として機能する筒状部材138は反射エネルギーを立体角Wに制限し、検出器140の検出面積はQである。

発振器150(第3図)が所定周波数の信号を線152に出力する。その出力は180度移相器154へまず与えられる。その移相器の出力が線156を介して駆動増幅器158へ与えられ、それにより駆動増幅器158は周波数が一定で、発振器150の出力とは位相が180度異なる駆動信号を発生し、その駆動信号を線160を介してLED124へ与える。発振器150の出力は線162と164を介して第2の駆動増幅器186へも与えられる。その第2の駆動増幅器の出力が線168を介してLED118の入力端子へ与えられる。したがって、LED118は、発振器150の出力と同じ周波数および同じ位相の信号により駆動される。発振器150の出力を伝える第3の経路は線152, 162, 170, 172を通るものであ

つて、その経路を通つてその出力は第2の移相器174へ与えられる。第2の(90度)移相器174の出力は線176を介して第3の駆動増幅器178へ与えられる。この第3の駆動増幅器の出力は線180を介してLED112へ与えられてそのLEDを駆動する。したがって、そのLED112への駆動入力周波数は発振器150の出力の周波数と同じであるが、位相はその出力に対して90度異なる。

表面110上の点130と132の間の領域は、第1図に示されているように、3個のLEDから受けたエネルギービームを反射する。その反射エネルギーのベクトル和が検出器140により検出される。発振器150の出力と同相であるLED118からの信号をF₁とすると、第5図に矢印190で示されているそのベクトルは右へ延びる。発振器150の出力と位相が180度異なるLED124からの信号F₂は、第5図に矢印192で示されているように左へ延び、矢印180とは位相が180度異なるLED112からの光束F₃が第5図に上方へ延びる矢印194で示されている。この矢印は矢印190とは位相が

-27-

90度異なる。第5図において、光束F₁とF₂の差が、矢印190と同相で右へ延びる矢印186として示されている。矢印198として示されている結果ベクトルは矢印188と194の間に形成された対角線であり、3つのエネルギー源LED112, 118, 124からの結果光束を表す。

結果ベクトル198と光束ベクトル190の間の位相角φが測定され、後で説明するように、その位相角は距離Rを表す。更に詳しくいえば、検出器140が張る立体角をW、面積をQ、LED118からの放射の強さをI₁とすると、それからの光束密度E₁は次式で与えられる。

$$E_1 = \frac{I_1}{R^2} \quad (9)$$

同様に、LED124からの放射の強さをI₂とすると、そのLEDからの光束密度E₂は次式により与えられる。

$$E_2 = \frac{I_2}{(R+L)^2} \quad (10)$$

同様に、LED112からの放射の強さをI₃とする

-28-

と、それからの光束密度E₃は次式で与えられる。

$$E_3 = \frac{I_3}{R^2} \quad (11)$$

第1図を参照して行つた解析と同様に、LED118の出力からの反射光束は次式で与えられる。

$$F_1 = E_1 \times \frac{KWQ}{\pi} = \frac{I_1}{R^2} \times \frac{KWQ}{\pi} \quad (12)$$

同様に、LED124から放射されて表面110から反射された光束F₂は次式で与えられる。

$$F_2 = E_2 \times \frac{KWQ}{\pi} = \frac{I_2}{(R+L)^2} \times \frac{KWQ}{\pi} \quad (13)$$

また、LED112から放射されて表面110から反射された光束F₃は次式で与えられる。

$$F_3 = E_3 \times \frac{KWQ}{\pi} = \frac{I_3}{R^2} \times \frac{KWQ}{\pi} \quad (14)$$

第5図から、矢印198により与えられる結果光束は次式で与えられるように選択できる。

$$\phi = \tan^{-1} \left[\frac{\frac{I_3}{R^2}}{\frac{I_1}{R^2} - \frac{I_2}{(R+L)^2}} \right] \quad (15)$$

係数 K, W, Q, π が打消され、第3図に示されているのに類似の非直線関係で R が式における唯一の変数であるから、 ϕ が R に関係することがわかる。

再び第4図を参照して、結果光束を受けた検出器140は出力信号を発生し、その出力信号を線200, 202を介して増幅器204へ与える。この増幅器は出力を線206と、線208と、抵抗210と、線212とを介してその増幅器204の負入力端子へ帰還される。増幅器204のその出力は線206を介して位相検出器214へも与えられる。その位相検出器へは、発振器150からの基準信号が線152, 162, 170, 216を介して与えられる。そうすると位相検出器214は、位相角 ϕ したがって未知距離 R に関連する出力を発生する。その出力は線218を介してマイクロプロセッサ220へ与えられる。そうするとそのマイクロプロセッサは出力を発生して、その出力を線222を介して適当な任意の利用装置へ与える。前記したように、距離 R したがってカメラの自動焦点装置に対するカメラのレンズ

の動きに対する一般的なカーブ構造をシミュレートすることが可能であり、マイクロプロセッサ220を不要とすることができる。しかし、多くのカメラにはマイクロプロセッサが既に設けられているから、カメラレンズを位置させるために、位相検出器からの出力をマイクロプロセッサを介して利用することが望ましい。

表面10または110のような表面が反射率が非常に高い鏡面である場合には、反射信号は位相検出器から表面10または110までの距離の2倍の距離の位置に設けられているエネルギー源から放射されたように見える。鏡面で反射されたエネルギーに関しては、結果ベクトルの位相は次式で与えられる。

$$\phi = \tan^{-1} \left[\frac{\sin \theta}{\frac{I_1}{I_2} \times \frac{(2R+L)^2}{4R^2} + \cos \theta} \right] \quad (6)$$

装置はこの新しい式により鏡面で極めて良く動作する。しかし、そこまでの距離を測定すべき表面

-31-

が鏡面と拡散面がまじり合っている場合には、鏡面反射を除去するための何らかの工夫を必要とする。第6図は、混合信号中の鏡面反射部分を除去するための修正装置を有する第1図の位相検出器を示す。第6図において、LED12がそのエネルギービームを偏光器250を通して矢印252により示されている第1の向きに偏光させて、線14, 16で示されているような経路に投射する。同様に、LED18からのエネルギービームを偏光器250の偏光と同じ矢印258により示されている向きに偏光する偏光器254を通して、線20, 22で示されているような経路に投射する。あるいは、偏光器250と254の偏光の向きを180度異ならせることもできる。

反射エネルギーを、破線28, 30で示されているような経路に沿って受ける位相検出器34は、偏光の向きが矢印262で示されているように偏光250, 254の偏光の向きとは90度異ならせられている分析器260を通じてそれらの反射エネルギーを受ける。その分析器260の作用は、鏡面の場

-32-

合のように、LED12と18から来る偏光された光を除去することであるが、表面から来る偏光されていない拡散光は除去しない。したがって、この場合に位相検出器34が受けるエネルギーは、第1図を参照して説明した場合のエネルギーよりおそらく小さいが、依然として、表面により拡散された信号部分のみであるから、前記したのと同じやり方で、第1図に示されている装置により分析される。

本発明は、現在利用できる従来の装置の動作を改良するためにも使用できる。たとえば、メカニカル・テクノロジー・インコーポレーテッド (Mechanical Technology Incorporated) により製作された光ファイバセンサMTI 1000が光を光ファイバプローブを通じて標的面へ送り、その標的面から反射された光が光ファイバプローブに入射し、そのプローブは標的面から戻ってきた光の量を測定することにより、プローブの面と標的面の間の距離に比例する電気信号に変換する。光束が少いことは長い距離を示し、多い光束は短

い距離を示す。この装置の欠点は、装置が遭遇する各表面ごとに校正しなければならないことである。本発明の装置は表面の質にはあまり敏感でなく、装置が遭遇する各新しい表面に対して校正する必要はない。したがって、第7図および第8図に、MTI1000に類似の用途に使用する光ファイバプローブ300を示す。プローブ300は3つの光ファイバ素子の同心層を有し、それらの層のうち中心層302と外側層304は放射発生器として機能し、中間層306が検出器として機能する。エネルギーが比較的広いビームで表面へ送られて放射発生層302と304が離れている表面の所定の領域を照射できるように、放射発生層302と304の開口数(NA)は比較的大きくなければならない。エネルギーが表面のその所定の領域からの一層細いビームで受けられるように、エネルギーを受ける層306の開口数は比較的小さくなければならない。中心層302は参照符号Cで示され、参照符号Bで示されている同心の中間層306により囲まれる。その中間層306は参照符号Aで示されている同心

-35-

は外側層304より延びていることに注意されたい。更に詳しくいえば、中心層302から放射されて、破線340、342により示されているような経路に沿って進む中心層302からの光が、離れている表面350の点354と356の間の領域を照射するように、LED310と320は同じ周波数で、位相が好ましくはかなり大きく推移されている光を放射する。同様に、破線360と362により示されているような経路に沿って進む外側層304からの光も、離れている表面の点354と356の間の領域を照射する。その領域から反射され、実線370、372で示されているような経路に沿って進むエネルギーは中間層306により受けられ、第7図に示すように検出器330へ送られる。線332、334に与えられた信号は第1図に示されているような回路により処理され、その回路は表面350までの距離を示す出力を生ずる。破線340と342の間の角度と、破線360と362の間の角度は実線370と372の間の角度より大きいことに注意されたい。その理由は、線302と304の開口数が層306の開口数より

-37-

の外側層304により囲まれる。3つの各層は細い光ファイバ素子の束を含んでプローブを形成する。第7図からわかるように、矢印312で示されている入力から励起されて放射(可視光または好ましくは赤外線)を発生する第1のLED310からのエネルギーを中心層302の光ファイバ素子の束全体に受けるように、参照符号Cで示されている中心層302は右端部が束にまとめられる。同様にして、矢印322で示されている入力から励起されて放射を発生する第2のLED320からのエネルギーを光ファイバ素子の外側層304に受けるように、参照符号Aで示されている外側層304は右端部が束にまとめられる。参照符号Bで示されている中間層306から放射を受けて、第1図に示されているような電子装置のような電子装置が使用する出力を線332と334に出力する放射検出器330に隣接する中間層306の右端部の光ファイバ素子が束にまとめられる。第1図を参照して説明した動作と同じ動作が行われるように、第1図を参照して説明した距離Lに対応する距離Lだけ中心層502

-36-

大きいためである。

第9図は、調べられている表面が所定の距離にきた時、またはその表面が近すぎたり、遠すぎたりしたことを知りたい用途に使用するスイッチング近接センサとして使用する本発明の装置の実施例を示す。第9図において、左端部に開口部404が設けられているケーシング402の内部に納められているプローブ400が示されている。ケーシング402の内側の左端部にレンズ410が設けられる。レンズ取付け部材420がケーシング402の内部に設けられる。ケーシング402の上側部分に第1の貫通穴424が設けられる。その貫通穴の中に赤外線放射LED426のような第1のエネルギー放射器が設けられる。LED426からのエネルギーは貫通穴424の残りの部分を通り、それからレンズ410と開口部404を通って、破線426、428により示されているような経路に沿って進み、離れている表面434の点430と432の間の領域を照射する。取付け部材420の下側部分に設けられている第2の貫通穴440の中にLED444のような第2のエネルギー

-38-

ギー放射器が設けられる。LED444から放射されたエネルギーは、1点鎖線446,448で示されているような経路に沿って進み、離れている表面434の点450と452の間の領域を照射する。先に説明した実施例と同様に、他の図を参照して説明したのと同じ理由で離れている表面434から僅かに異なる距離に設けられる。方形波発振器460の第1の出力端子が線462を介して移相器465へ接続される。その移相器は増幅器466を励振して方形波信号を発生させ、その方形波信号を線468を介してLED426へ供給し、そのLEDを励起させる。方形波発振器460は方形波信号を線470を介して増幅器472へも与え、その増幅器により方形波信号を増幅させて、その増幅された方形波信号を線474を介してLED444へ供給してそのLEDを励起させる。移相器465は、LED426からの信号をLED444からの信号に対して移相させる。その移相の量は、ここで説明している実施例においては、180度が好ましい。したがって、表面434の中央部分がLED426,444からの逆相のエネルギー

ギーを照射される。反射されたエネルギーが実線矢印476により示されているような経路に沿って進み、中央貫通穴478を通って、その中央貫通穴の右端部に設けられている検出器480に入射する。その検出器480は表面434により反射されたLED426,444からのLEDを受けて、第1の位相すなわち180度移相された結果信号を出力線428に生ずる。その信号は増幅器484へ与えられる。その増幅器の出力端子は線486を介して同期検出器488のような位相検出器へ接続される。その位相検出器488は方形波発振器460からの基準位相信号も線470,490を介して受ける。その位相検出器488の出力は、表面が希望の位置にあることを示す0であるか、または表面が希望の位置よりこの装置に近い位置にあることを示す結果信号が第1の位相にあるプラス特性であるか、もしくは表面が希望の位置よりこの装置に遠い位置にあることを示す結果信号が180度推移されたマイナス特性にあるかのいずれかである。このプラス、0またはマイナスの信号が比較器494へ与えられる。

-39-

この比較器は出力を線496に生じて、表面が「近い」「か」「遠い」かを示す。180度移相された小さい信号を供給して、装置の視野範囲内で表面434が見えない時に、180度移相された小さい信号を供給して「遠い」指示を行わせるために、増幅器466の出力端子と増幅器484の入力端子の間に小さいコンデンサ498を接続できる。

第10図は、第1図に示されている装置を上下ほぼ逆にした本発明の装置の別の実施例を示す。更に詳しくいえば、第1図に示されている実施例は2つの放射発生器と1つの放射検出器を用いているが、第10図に示されている実施例は1つの放射発生器と2つの放射検出器を用いている。ただし、後で説明するように、それら2つの実施例に含まれている基本的な原理は同じである。

第10図において、離れている表面510は、第1図を参照して説明したのと同様に、装置から距離Rだけ離れている。LED512のような放射源から放射されて、実線518,520に沿って進む放射エネルギーにより、離れている表面510の点514

-40-

と518の間の領域が照射される。前記実施例と同様に、LED512は赤外線放射LEDとすることが好ましい。そのLED512は駆動回路530から矢印532により示されている接続線を介して励起される。駆動回路530は矢印538により示されている接続線により発振器536へ接続される。駆動回路530はLED512へ供給されている信号の利得を変えようとして動作できる。2つのLEDの利用を変えようと、一方のLEDにより発生されたエネルギーの強さを他方のLEDにより発生されたエネルギーの強さとは異ならせることにより誤差を非常に生じさせることになるから、第1図に示す実施例においては用いなかっただけ。しかし、LEDを1つだけ用いることにより、希望によつて利得を変えることができる。表面510の上の点514と518の間の領域が第1図の放射エネルギー源に対する場合より小さいように、線518と512の間の角度がかなり小さいことに注意すべきである。

破線542と544により示されているかなり広い角度にわたって表面510の領域を見ている第1の

放射応答検出器 540 が示されている。LED512 により照射されている点 514 と 516 の間の全領域を視角が含むように視角が選択される。LED512 により照射されている点 514 と 516 の間の全領域を含むように、破線 552 と 554 により示されているかなり広い角度にわたって表面 510 の領域を見ている第 2 の放射応答検出器 550 が示されている。したがって、両方の放射応答検出器 540 と 550 は、LED512 から放射され、表面 510 上の点 514 と 516 の間の領域から反射されたエネルギーを受ける。後述する目的のために、放射応答検出器 550 と表面 510 の間の距離は、放射応答検出器 540 と表面 510 の間の距離より距離 L だけ表面 510 に近い位置に設けられる。他の全ての図に示されているのと同様に、距離 L は実際の物理的距離とすることもできれば、放射経路中に設けられた適切な光学装置により形成された光学的距離とすることもできる。

第 1 の放射応答検出器 540 の出力が矢印 560 により示され、第 2 の放射応答検出器 550 の出力が

-43-

$$F_1/F_2 = \frac{(R+L)^2}{R^2} \quad (17)$$

もちろん L は定数であるから、2 つの光束の比は、離れている表面までの距離とともに非直線的に変化する。

その比は各種の方法のいずれかで得ることができるが、第 10 図においては、第 2 の放射応答検出器 550 の出力を受けるために接続されている移相器 570 を用いてその比を得る。その移相器 570 は、第 2 の放射応答検出器 550 の出力信号の位相をかなり大きい量たとえば 170° だけ変え、移相した出力を発生し、その出力を線 572 を介して加算器 574 へ供給するように動作する。第 1 の放射応答検出器 540 の出力は加算器 574 へも供給される。その加算器は第 1 の放射応答検出器 540 と第 2 の放射応答検出器 550 から供給された 2 つの出力を加え合わせて結果出力を生じ、その結果出力を線 578 を介して位相検出器 580 へ与える。その位相検出器は、第 1 図に示されている実施例にお

矢印 562 により示されている。それらの出力は、放射応答検出器 540 と 550 によりそれぞれ受けられた放射の量とともに変化する。更に詳しくいえば、第 1 の放射応答検出器 540 の AC 出力はその放射応答検出器 540 が受けた光束 F_1 とともに、次の式に従って変化する。

$$F_1 = \frac{A}{R^2} \left[\frac{EPa \sin wt}{\pi} \right] \quad (17)$$

ここに、 A は表面 510 上の点 514 と 516 の間の照射される面積、 E は表面 510 に入射した放射、 P は表面 510 の反射率、 a は放射応答検出器 540 の面積である。同様に、第 2 の放射応答検出器 550 の出力線 562 に出力された AC 出力は、その放射応答検出器 550 が受けた光束 F_2 とともに、次の式に従って変化する。

$$F_2 = \frac{A}{(R+L)^2} \left[\frac{EPa \sin wt}{\pi} \right] \quad (18)$$

F_1 と F_2 の比をとることにより、距離 R と L を除く全ての要因は次式からわかるように打消される。

-44-

ける位相検出器と同様に、その結果出力の位相を検出する。その結果出力の位相は、第 1 図に示されている実施例において用いたのと同じ解析により、離れている表面までの距離を示す。更に詳しくいえば、 K が $AEPa/\pi$ に等しいとすると、(18) 式から次の 2 つの式が得られる。

$$F_1 = \frac{K}{R^2} \sin (wt + \phi) \quad (19)$$

ここに、 ϕ は移相器 570 により加えられた移相量である。

$$F_2 = \frac{K}{(R+L)^2} \sin wt \quad (20)$$

$F_1 + F_2$ の位相についてこの 2 つの式を解くと、

$$\text{位相}(F_1 + F_2) = \tan^{-1} \left[\frac{\frac{\sin \phi}{R^2}}{\frac{(R+L)^2}{R^2} + \cos \phi} \right] \quad (21)$$

が得られる。このことから、結果出力の位相は非直線的に変化することがわかる。第 9 図に示されている遠い方の放射発生器と、第 10 図に示され

ている近い方の放射発生器とに位相差が加えられるために、図式の形は(8)式の形と異なる。

図式により与えられた位相を表す位相検出器580の出力が線582を介してマイクロプロセッサへ与えられる。このマイクロプロセッサの出力は出力線590へ与えられる。第1図を参照して説明したように、マイクロプロセッサ584から出力線590へ与えられた非直線的な出力信号が、第1図を参照し説明したのと同様にして、距離Rの関数であるようにその出力信号を直線的にするように動作できる。

希望によつては、駆動回路530を制御し、したがってLED512からの放射の強さを制御して、その放射が強すぎれば弱くし、弱すぎれば強くするために、加算器574の出力を線592を介して駆動回路530へ与え、その出力を自動利得制御(AGC)信号として用いることができる。LEDを1つだけ用いているから、第1図を参照して説明した状況でない場合にそのような自動利得制御を行うことが可能である。相対利得を表すためにGを用いる

-47-

第9図に示されている実施例に関連して利用することもできる。

前記したように、図示の距離Lは実際の物理的距離、または、放射発生器から放射応答検出器までの放射経路中の光学的パラメータを正確に選択することにより発生される光学的距離とすることができる。第11図はこの原理を具体化した光学装置を示す。第11図において、LED610のような放射発生源が線612を介して入力を受け、放射を発生して、その放射を線614,615により示されているような経路に沿つて第1のレンズ617へ送る。その第1のレンズは放射エネルギーを、線618,620で示されているような経路に沿つて、離れている表面622へ送り、その表面上の点624と625のような点の間に放射の点を形成する。他の図に示されているのと同様に、装置の光学装置が、第6図に示されている実施例において行つたように、スペクトル反射を無くす手段を用いる必要がないように、離れている表面622は部分的に拡散面であることが好ましい。

-49-

と、図式は次式のようにになる。

$$\text{位相}(F_1 + F_2) = \tan^{-1} \left[\frac{\sin \phi}{\frac{GR^2}{(R+L)^2} + 2 + \cos \phi} \right] \quad (23)$$

第10図に示されている実施例を用いることにより得られる第1図に示されている実施例よりも優れている1つの利点は、本発明の装置が正確に動作するために、第1図の実施例で用いている出力を非常に一定にしなければならないことが見出されていることである。しかし、LEDは温度の影響を非常に受け、しかも、異なるLEDを温度変化に対して個々に良く調整することができないことがあるから、LEDの出力を非常に正確にすることが困難なことがある。しかし、ここで説明している実施例においては、ただ1つのLEDでは複数のLEDの間の違いによる問題が無く、LED512からの放射の強さを、装置の正確さに影響を及ぼすことなしに、温度に応じて変えることができる。第10図に示す実施例は、第1図に示されている実施例と同様に、第4図、第6図、第7図、および

-48-

表面622上の点637,638のような点の間の領域から反射されて、破線640,641で示されているような経路に沿つて進んできた放射エネルギーを受けた第2のレンズ635から、破線632,633により示されている経路に沿つて進んでくる放射エネルギーを第1の検出器630が受ける様子が示されている。したがって、第10図に示されている実施例と同様に、第1の検出器630は表面622上の点624と625の間の全スポットを「見る」。第11図においては、第1の検出器630はレンズ635の背後の距離 S_1 の場所に設けられている様子が示されている。この場合には、その距離 S_1 はたまたまレンズ635の焦点距離 F_1 と同じである。そのために、第1の検出器630はレンズ635の射出瞳全体を有効に見る、いいかえれば、第1の検出器630の虚像をレンズ635の背後に結ぶ。第1の検出器630の出力は出力線643へ与えられる。

破線654,655のような線により示されている経路に沿つて放射エネルギーを送っているものとし

-50-

て第11図に示されている第3のレンズ652の背後の距離 S_2 の場所に第2の検出器650が設けられているのが示されている。第2の検出器650はレンズ652の焦点657の前方に設けられる。第2の検出器650の虚像が第3のレンズ652の背後の距離 S_2' の位置に示されている。その虚像はもちろん第2の検出器650自体より大きい。

レンズ652は表面622上の点637と638からの放射エネルギーを破線663, 664に沿って受け、したがって、第10図に示されている実施例と同様に、点624, 625からのエネルギーを「見る」。しかし、第3のレンズ652からの放射エネルギーの必ずしも全てが第2の検出器650に入射しないから、第2の検出器650により受けられる放射エネルギーの量は、第3のレンズ652の焦点距離 F_2 が距離 S_2 と同じであつた時に第2の検出器650が受ける放射エネルギーの量より少い。更に詳しくいえば、第2の検出器650により受けられる放射エネルギーの量は、第3のレンズ652の背後の距離 S_2' の場所に設けられている検出器虚像660に

より受けられる放射の量より少い。第2の検出器650の出力は出力線668へ与えられる。

第11図における距離 L は、第1の検出器 D_1 の虚像(この虚像は第1のレンズ635内に位置する)と第2の検出器 D_2 の虚像(破線660で示されている)の間の距離として示されているから、検出器 D_1 , D_2 から離れている表面622までの実際の物理的距離がほぼ同じであるとしても、前に示した図に示されている距離よりはるかに長い。したがって、レンズ635, 652の焦点距離を適切に選択することにより、検出器630, 650の実際の物理的位置を実際に変えることなしに、距離 L の値を希望する任意の値にすることができる。

第11図を、第10図と同様に、1つの放射発生器と2つの検出器を用いる実施例として示したが、2つの放射発生器と1つの検出器を用いて構成できることも理解すべきである。更に、検出器630, 650のそれぞれの出力線643, 670を、第10図に示されている加算器574の入力線560と移相器570の入力線562へそれぞれ接続できる。

-51-

同様に、LED610への入力を第10図に矢印532で示されているようにして供給できる。したがって、第11図に示されている装置を第10図に示されている装置へ接続することにより、類似の出力を得ることができる。

1986年11月4日に本願発明者により出願され、本願出願人へ譲渡された未決の米国特許出願第926,756号明細書には別の信号処理回路が記載されている。その未決の米国特許出願においては、発光源がワンショットマルチバイブレータのような駆動回路により短時間だけ動作させられ、2つの検出器の出力の大きさが、離れている表面からそれらの検出器までの距離の差に依存する最大値に達する。それらの出力はサンプルホールド回路へ与えられる。このサンプルホールド回路は、それらの出力を希望の時刻に比較して、その最大値の差を示す出力を発生する。その最大値の差は、ここで説明している実施例においては、離れている表面までの距離の差の関数であるとして示されている。更に詳しくいえば、サンプルホールド回

-52-

路の出力は、1つの場合には、減衰回路へ与えられる。それらの減衰回路は最大電圧を共通の値まで減衰させることができるようにする。その減衰を行うのに要する時間が最大値の差の関数であるとして示されている。その時間を比較器により測定することにより、離れている表面までの距離を得ることができる。第10図および第11図に示されている回路は、ここで説明している実施例においては、本発明の入力端子812と出力端子643, 670を前記未決の米国特許出願明細書に記載されている装置の入力端子52と出力端子54, 56へそれぞれ接続することにより、そのような回路へ接続できる。その回路は安価で、製作が簡単であるから、そのようにすることが好ましい。

第12図～第17図は、本発明、とくに、レンズを用いる第11図に示されているような実施例、に採用できる検出器の種々の実施例を示す。複数のレンズが第1の形状で配置されているものの正面図が示されている第12図を参照する。第1のレンズ670「E」が図の中央部に示されている。

-53-

-112-

-54-

この第1のレンズは放射を送るために用いられる。その第1のレンズ670は、第3図においては放射発生器すなわちLED672の前方の距離 S_1 の所に配置されているのが示されている。第12図と第13図においては、離れている表面から反射されたエネルギーを受ける独立した2つの検出器を用いる代りに、それぞれ並列に接続された3つの検出器を2組用いる。3つの検出器を用いると離れている表面から受けることができる放射エネルギーの量を増して、装置の精度を高くするように動作できる。したがって、第12図においては、3枚のレンズ675「D₁」が中央のレンズ670の周囲に等間隔で配置される。第13図においては、図示を簡単にするために、それら3枚のレンズは1枚のレンズ675として示されているが、別々の3つの検出器677の前方の距離 S_1 の所に3枚のレンズが設けられることを理解すべきであろう。それらの検出器677の出力は出力線679を介して第10図に示されているような回路、または好ましくは前記未決の米国特許出願第926,756号明細

書に記載されている回路へ与えられる。

第2の3つ1組の検出器も用いられ、したがって、第12図において、他の3枚のレンズ681「D₂」が示されている。第13図においては、それら3枚のレンズは1枚のレンズとして示されているが、それら3枚のレンズは、第13図に1つの検出器683として示されている2つの検出器の前方の距離 S_2 の所に置かれているのが示されている。第13図においては、第11図におけるのと同様に、レンズ657の焦点距離は距離 S_1 と同じであり、したがって検出器677の虚像がレンズ675の所に生ずる。レンズ681の焦点距離は距離 S_2 より長いから、検出器683の虚像は、レンズ681の後方のレンズからの距離が S_2' の位置に破線685で示される。第11図を参照して説明したように、検出器D₂の出力は、レンズ681の焦点距離が距離 S_2 と同じである場合のその検出器の出力より小さい。その出力は出力線687へ与えられる。第11図に示されている実施例と同様に、距離 L は検出器677,683の虚像の間の距離であ

-55-

り、したがって、距離 S_1 と S_2 の差がかなり小さいとしても、その距離 L はかなり大きい。

LED672の入力端子と検出器677,683のそれぞれの出力端子678,687を、第11図におけるのと同様に、第10図に示されているような回路または前記未決の米国特許出願第926,756号明細書に記載されている回路へ接続できる。

第12図および第13図に示されている装置で用いられるいくつかの実際の値は次の通りである。すなわち、レンズ670の直径は12mm、実効焦点距離が20mm、放射発生器すなわちLED672の直径が1.3mm、距離 S_1 が20.4mmである。したがって、放射発生器672が張る角度は0.064ラジアン($1.3 \div 20.4$)である。レンズ675の直径は10mm、実効焦点距離は15mmである。検出器677の直径は2.5mm、距離 S_1 は15mmである。したがって、放射発生器677が張る角度は0.167ラジアン($2.5 \div 15$)である。レンズ681の直径は20mm、実効焦点距離は40mmである。検出器683の直径1mm、距離 S_2 は30mmである。それらの条

-56-

件の下では、破線685により示されている位置における検出器683の虚像は120mm、その虚像の直径は4mmである($120 \div 30 \times 1$)。したがって、検出器683の虚像の視角は0.13ラジアン($(20 - 4) \div 120$)である。

第14図および第15図は、一对の放射発生器を一对の検出器に組合わせて用いる別の実施例を示す。更に詳しくいえば、LED700は実際には直列接続されている一对のLEDであり、矢印702に示されているような経路に沿って入力を受けるように示されている。それら2つの検出器はレンズ705の後方の距離 S_3 の所に配置される。そのレンズは第14図に一对のレンズとして示されている。したがって、離れている表面の上に、1つの放射発生器-レンズの組合わせで得られる強さより強い放射エネルギーの点を形成するように、放射エネルギーがLED700からレンズ705を通って離れている表面へ送られる。

第1の検出器710(D₁)がレンズ713の後方の距離 S_1 の所に配置されている様子が示されてい

-57-

-113-

-58-

る。前と同様に、レンズ713の焦点距離は距離 S_1 と同じであり、したがって検出器710の虚像はレンズ713の所に生ずる。

第2の検出器720がレンズ722の後方の距離 S_2 の所に配置されている様子が示されている。レンズ722の焦点距離がその距離 S_2 より短いから、検出器720の虚像はレンズ722の後方の距離 S_2' の所に破線725で示されている位置に生ずる。距離 L は検出器710, 720の虚像の間の距離である。検出器710の出力が出力線727へ与えられ、検出器720の出力が出力線729へ与えられる。第11図および第12図に示されている実施例と同様に、それらの出力線と、放射発生器700への入力線702とを第10図に示されている回路へ、または前記未決の米国特許出願第926,756号明細書に記載されている回路へ接続できる。

第14図および第15図に示されている実施例は離れている表面に非常に強い光を照射する。このことは解像力の面では有利であるが、第12図および第13図に示されている実施例より確度が

-59-

る、第15図に示されているのと同様な本発明の検出器装置の別の実施例を示す。しかし、この実施例では、一方の検出器の虚像がその検出器に関連するレンズの前方に生ずる。更に詳しくいえば、第17図において、放射発生器850のような一对の放射発生器が、第14図および第15図に関連して説明したように、一のレンズ855の後方の距離 S_1 の所に配置される。第1の検出器860(D_1)がレンズ865の後方の距離 S_1 の所に配置される。その検出器860の出力が出力線867へ与えられる。第2の検出器870(D_2)がレンズ875の後方の距離 S_2 の所に配置される。その検出器870の出力が出力線877へ与えられる。この実施例においては、4枚のレンズの寸法と実効焦点距離は全て同じである。それらのレンズは第16図におよそ菱形または正方形状に配置されて示されている。この実施例においては、レンズ865の焦点距離は距離 S_1 とは同じではないが、実際には距離 S_1 より僅かに短く、そのために検出器860の虚像は破線880によりレンズ865の前方の距離 S_1 の所

-61-

低い。第15図に関連して用いられるいくつかの実際の値は次の通りである。すなわち、レンズ705の直径は10mm、実効焦点距離が15mm、放射発生器すなわちLED700の直径が1.3mm、距離 S_1 が15.22mmである。したがって、放射発生器700が張る角度は0.085ラジアン($1.3 \div 15.22$)である。レンズ731の直径は15mm、実効焦点距離は18mmである。検出器710の直径は2.5mm、距離 S_1 は18mmである。したがって、放射発生器710が張る角度は0.139ラジアン($2.5 \div 18$)である。レンズ722の直径は25mm、実効焦点距離は50mmである。検出器720はレンズ722の後方の距離35mmの位置に設けられているから、検出器720の虚像はレンズ722の後方の距離117mmの所に生ずる。したがって、検出器720の実効直径は8.3mmとなる($117 \div (35 \times 2.5)$)、したがって視角は0.142ラジアン($(25 - 8.36) \div 117$)である。

第16図および第17図は、直列接続された2つの放射発生器を再び用い、一对の検出器を用い

-60-

に、実物の検出器860の数倍の大きさを示されている。

レンズ875は第15図または第13図に示されているレンズと同様に構成され、そのレンズの焦点距離は距離 S_2 より長いから、検出器870の虚像はレンズ875の後方の距離 S_2' の所に破線885で示されている。他の図に示されているのと同様に、検出器860と870の出力端子と、放射発生器850の入力端子とは第10図に示されている回路へ、または前記未決の米国特許出願第926,756号明細書に記載されているような回路へ接続される。

第16図および第17図に示されている実施例に用いる種々の要素のいくつかの寸法は次の通りである。すなわち、レンズ855の直径は20mm、実効焦点距離が18mm、放射発生器すなわちLED850の直径が1.3mm、距離 S_1 が18.33mmである。したがって、放射発生器850が張る角度は0.071ラジアン($1.3 \div 18.33$)である。865の直径は20mm、実効焦点距離は18mmである。検出器860の直径は1mm、距離 S_1 は22mmである。

-114-

-62-

したがって、破線880により表されている像はレンズの前方の距離 S_1' (99 mm)の所に生ずる。この像の寸法は4.5 mm (99÷(22×1))であり、像検出器880の視角は0.157 ラジアン ((20-45)÷99)である。レンズ875の直径は20 mm、実効焦点距離は18 mmである。検出器870の直径は1 mm、距離 S_2 は15 mmに等しい。したがって、破線885により表されている虚像はレンズ875の後方の距離90 mmの所に生じ、その虚像の寸法は6 mm (90÷(15×1))である。検出器885の視角は0.156 ラジアン ((20-6)÷90)である。

第16図および第17図に示されている実施例は、放射発生器のレンズの寸法が非常に大きく、焦点距離がかなり短いから、長い距離での動作にとくに向いている。しかし、そのようなレンズは製作が困難で、かなり高価である。

以上、経済的で、複雑でなく、安価で、正確である、離れている表面までの距離を測定する装置の諸実施例について説明した。それらの実施例は当業者が変更できることが明らかであろう。たと

えば、使用される種々の位相角を前記した位相角とは別のものとすることができ、LEDおよび赤外線源以外の放射エネルギー源を利用でき、位相を検出する別の方法、および F_1 と F_2 の比を測定する別のやり方を採用できる。たとえば、放射エネルギー源12, 18を異なる周波数で変調したとすると、2つの光束を分離し、両者の比をとるために周波数応答装置を採用できる。マイクロプロセッサを使用するか否かは随意であり、用途に依存することも理解すべきである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の装置の好適な実施例のブロック線図、第2図は第1図に示されている放射エネルギー源により発生された光束のベクトル図、第3図は度で表した結果エネルギーの位相角の変化とミリメートルで表した離れている表面までの距離の関係を示すグラフ、第4図は本発明の別の実施例のブロック線図、第5図は第4図に示されている放射エネルギー源により発生された光束のベクトル図、第6図は反射率が非常に高い表面に起

-63-

ることがある問題を修正する装置のブロック線図、第7図は光ファイバプローブで構成した送信素子および受信素子の別の実施例の線図、第8図は第7図に示されているプローブの拡大断面図、第9図はスイッチング近接センサとして用いる本発明の実施例を示すブロック線図、第10図は本発明の別の好適な実施例のブロック線図、第11図は実際の距離の代りに光学的距離を用いる本発明の更に別の実施例の線図、第12図は検出器の配置を示す線図、第13図は第12図の側面図、第14図は検出器の別の配置を示す線図、第15図は第14図の側面図、第16図は検出器の更に別の配置を示す線図、第17図は第16図の側面図である。

12, 18, 112, 118, 124, 426, 444, 512, 610, 700, 850 放射エネルギー源、
34, 140, 330, 480, 540, 530, 650, 677, 683, 710, 720, 860, 870 検出器、40, 150, 536 発振器、44, 56, 158, 166, 178, 466, 472, 530 駆動増幅器、52,

-65-

-64-

154, 174, 465, 570 移相器、94, 214, 580 位相検出器、100, 220, 584 マイクロプロセッサ、488 同期検出器。

特許出願人 ハネウエル・インコーポレーテッド

復代理人 山 川 政 樹 (ほか2名)

-115-

-66-

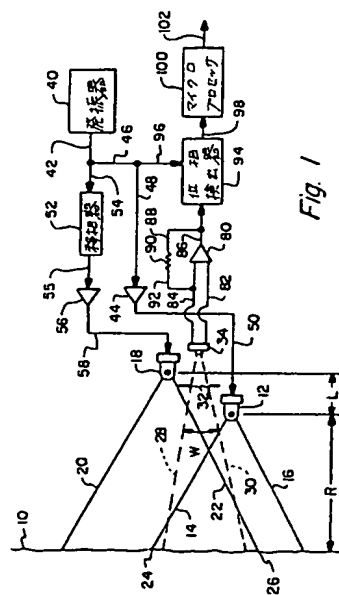


Fig. 1

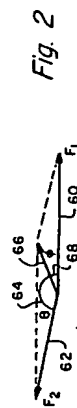


Fig. 2

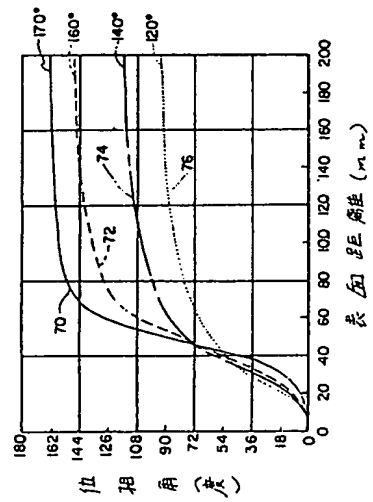


Fig. 3

表 距離 (m)

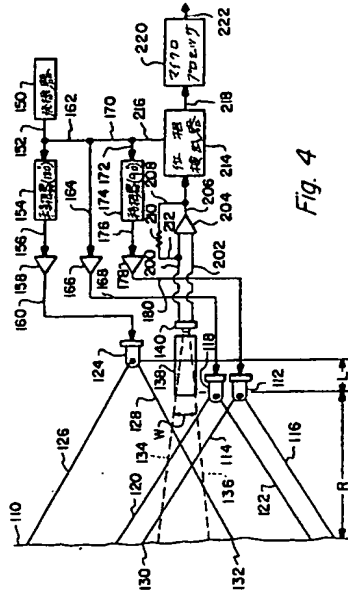


Fig. 4

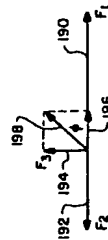


Fig. 5

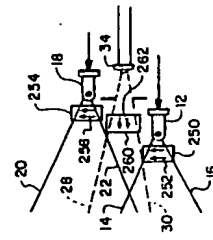


Fig. 6

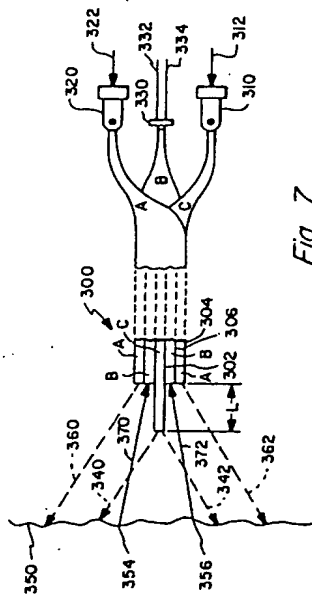


Fig. 7

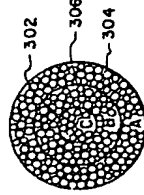


Fig. 8

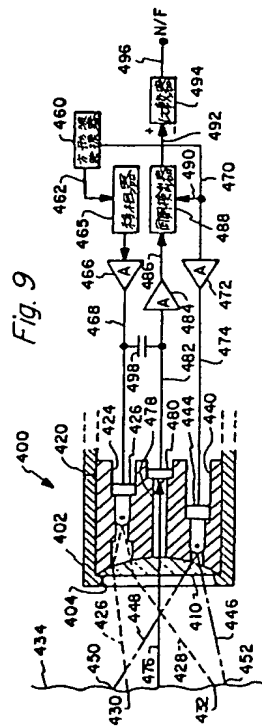


Fig. 9

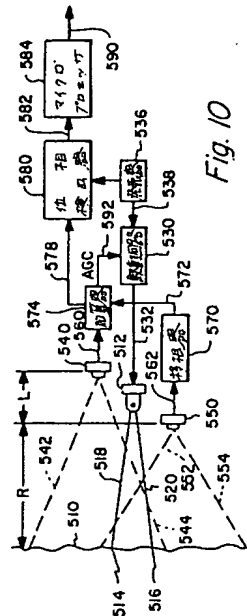


Fig. 10

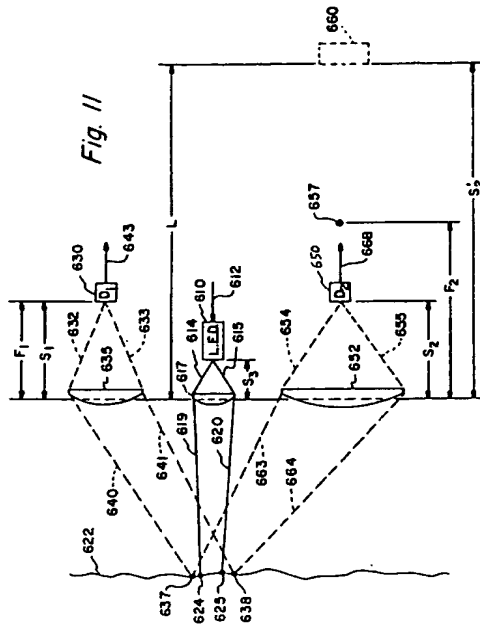


Fig. 11

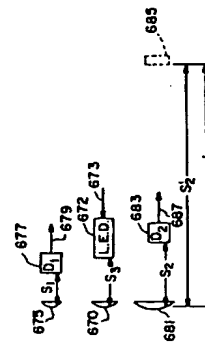


Fig. 12

Fig. 13

手続補正書(方式)

特許庁長官殿

昭和 年 63. 6. 14 日

1. 事件の表示

昭和 63 年 特 許 願 第 51426 号

2. 発明の名称

高圧化している表面までの距離を示す出力を発生する装置

3. 補正をする者

事件との関係 特 許 出 願 人

名称(氏名) ハネウエル・インコーポレーテッド

4. 代理人

〒100 居所 東京都千代田区永田町2丁目4番2号
秀和溜池ビル 8 階
山川国際特許事務所内
電話 (580) 0961 (代表)
FAX (581) 5754
氏名 (6462) 弁理士 山川 政

5. 補正命令の日付 昭和 63 年 5 月 31 日

補正により増加する発明の数

6. 補正の対象

明 細 書

7. 補正の内容

明細書の浄書(内容に変更なし)

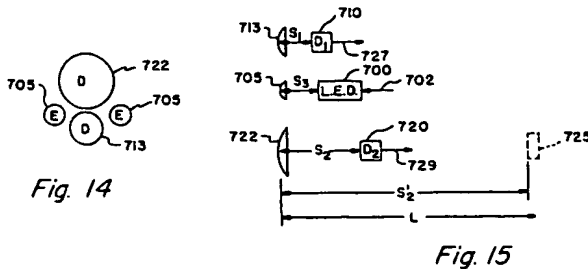


Fig. 14

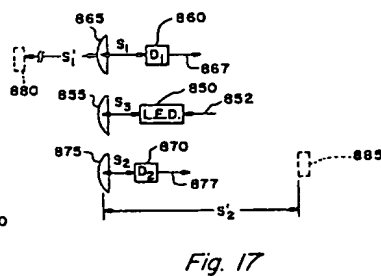


Fig. 15

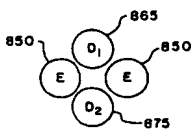
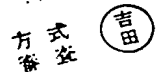


Fig. 16



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: Small print

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.